

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-066367

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H02N 13/00

(21)Application number : 08-218582

(71)Applicant : KANAGAWA KAGAKU GIJUTSU AKAD

(22)Date of filing : 20.08.1996

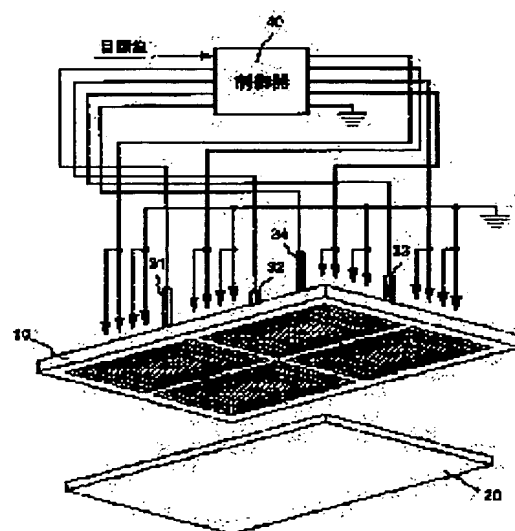
(72)Inventor : HIGUCHI TOSHIRO
DEN SHIYOUYU
KO SHIYOUYU

(54) ELECTROSTATIC LEVITATION APPARATUS OF LEVITATOR MADE OF DIELECTRIC AND INSULATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the time required to lift a levitation, improve the levitation rigidity and the stability of the levitation system and, further, improve a restoration force applied to the levitation in its horizontal direction and the rigidity of the restoration force.

SOLUTION: In order to form the electrodes of a stator 10, a plurality of electrode groups, which are respectively composed of a plurality of electrodes arranged alternately are formed on an insulating substrate. A controller 40 which generates a control voltage by which a levitation 20 is lifted stably is provided. The gap between the stator and the levitation is detected by displacement sensors 31-34 and fed back to the controller. The control voltage generated by the controller and a constant DC voltage are alternately applied to the electrodes and many boundaries between the electrodes to which different voltages are applied are formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

JAPANESE [JP,10-066367,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the electrostatic levitation device which surfaces the surfacing object which consists of a dielectric or an insulator using electrostatic force (a) The stator which two or more electrode groups are formed on an insulating substrate, and is formed from two or more electrodes with which this each electrode group is stationed by turns, (b) The displacement sensor which detects the gap of the surfacing object which counters this stator, and the (c) aforementioned stator and said surfacing object, (d) It has the controller which generates the control voltage for carrying out stable surfacing of said surfacing object. (e) Electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by impressing by turns the control voltage made from said controller based on the surfacing location of said surfacing object detected using said displacement sensor, and fixed direct current voltage to each of said electrode group's electrode, or an insulator.

[Claim 2] Two or more electrodes which form said each electrode group in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 1 are the electrostatic levitation devices of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by the area differing mutually, or an insulator.

[Claim 3] Two or more electrodes which form said each electrode group in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 1 are the electrostatic levitation devices of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by the area being mutually the same, or an insulator.

[Claim 4] The electrostatic levitation device of the surfacing object which becomes two or more electrodes which form said each electrode group from the dielectric characterized by impressing by turns the control voltage made based on the surfacing location of said surfacing object, and a zero bolt, or an insulator in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 1.

[Claim 5] The electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by choosing the polarity of the control voltage made based on the surfacing location of said surfacing object in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 1 so that the potential of said surfacing object may serve as a zero bolt, or an insulator.

[Claim 6] The electrostatic levitation device of the surfacing object with which the area which forms each of said electrode group becomes two or more same electrodes mutually from the dielectric characterized by to impress by turns the control voltage made based on the surfacing location of said surfacing object, and this control voltage and the electrical potential difference which has the same absolute value of antipole nature, and for the potential of a surfacing object to serve as a zero bolt, or an insulator in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 3.

[Claim 7] It is the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by said surfacing object being a plate of a dielectric or an insulator in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 1, or an insulator.

[Claim 8] It is the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by said surfacing object being a glass plate in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 7, or an insulator.

[Claim 9] It is the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric characterized by said surfacing object being a ceramic plate in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric and an insulator according to claim 7, or an insulator.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electrostatic levitation device which surfaces completely a surfacing object, especially the surfacing object which consists of the dielectric and insulator like glass or the ceramics by non-contact from a perimeter environment using electrostatic force.

[0002]

[Description of the Prior Art] as the technique of such [conventionally] a field — reference “electrostatic surfacing of a 8 inch silicon wafer”, the Institute of Electrostatics lecture collected works, and pp.141— there were some which are indicated by 144 and 1995. Drawing 7 is the top view of the electrode surface of the stator of this conventional electrostatic levitation device.

[0003] In this drawing, in 910, a stator, and 911–914 show an electrode and 991–994 show the hole for displacement sensors. A stator 910 consists of an insulating substrate, and on it, the electrodes 911–914 of four conductors are formed equally, and it forms one ring. The outer diameter of this ring is equal to a stator 910 and the outer diameter of the surfacing object (silicon wafer) which counters. Moreover, in order to detect the location and posture of a surfacing object, the holes 991–994 for displacement sensors are established in electrodes 911–914, and a displacement sensor is arranged respectively in these holes 991–994 for displacement sensors.

[0004] In such a conventional electrostatic surfacing system, stable surfacing of the surfacing object is carried out by controlling actively the applied voltage to electrodes 911–914 based on the location and posture of a surfacing object (silicon wafer) which were detected using the displacement sensor. Moreover, conventionally, in order to maintain the potential of a surfacing object at a zero volt, an electrode 911 and an electrode 913 are forward electrical potential differences, and are controlling the electrode 912 and the electrode 914 by the negative electrical potential difference.

[0005] In addition, it explains briefly, referring to drawing 8 about the behavior of the charge of the electric field first formed when surfacing a conductor and a semi-conductor like a silicon wafer using the electrode structure in the conventional electrostatic levitation device, and when surfacing the dielectric and insulator like glass or the ceramics, or a surfacing body surface, and the electrostatic surfacing force generated with the charge, before explaining the concept of the stator electrode structure concerning this invention.

[0006] Moreover, when the surfacing object of a dielectric or an insulator shifts horizontally from the location just under an electrode, the stability which acts horizontally is explained, referring to drawing 9 . Next, the concept of the stator electrode structure of having been suitable for electrostatic surfacing of a dielectric or an insulator concerning this invention is explained, referring to drawing 10 . In drawing 8 – drawing 10 , 911, 912, 915–918 show an electrode. It is indicated among them that the electrode in the conventional electrostatic levitation device mentioned electrodes 911 and 912 above. The electrostatic force which acts between drawing 8 , the electrode in drawing 10 , and a surfacing object shows only the perpendicular direction component of a surfacing object. Moreover, in drawing 9 , the stability in the horizontal direction of a surfacing object is a horizontal component of electrostatic force which acts between an electrode and a surfacing object.

[0007] First, the case where a conductor and a semi-conductor like a silicon wafer are risen to surface using the conventional electrostatic levitation device is explained. If a surfacing gap starts control of the applied voltage to an electrode when sufficiently small compared with the area of the part to which the surfacing object has lapped with the electrode, electrical-potential-difference +V will be impressed to an electrode 911, electrical-potential-difference-V will be impressed to an electrode 912, and electric field and charge distribution as shown in drawing 8 (a) will be formed. That is, since a charge can move freely in a conductor or a semi-conductor, immediately after impressing an electrical potential difference to an electrode 911 and an electrode 912, in the Ath page of the surfacing object which positive charge counters with the electrode 911, negative charge includes an

electrode 911 all over the front face of an electrode and the surfacing object A respectively (a charge forward in the Ath page of the surfacing object with which negative charge counters an electrode 912 with the electrode 912), and appears in an instant at it.

[0008] thereby, electric field uniformly strong against the gap between an electrode and the surfacing object A form — having — a surfacing object — the whole of the front face — crossing — per unit area — **** — the surfacing force of the same magnitude is received, and it will rise to surface at the same time an electrical potential difference is impressed to an electrode. Next, since neither a dielectric nor an insulator is conductors if an electrical potential difference is impressed to an electrode when rising to surface the surfacing object B which consists of the dielectric and insulator like glass or the ceramics with the conventional electrode structure, it will polarize and electric field and charge distribution as shown in drawing 8 (b) are formed. At this time, the force which facing up and the downward force acted on the interface of the surfacing object B, among those lengthened the downward force from the upward force turns into surfacing force.

[0009] in addition — although the electric field which in the case of a dielectric or an insulator it will boil if the surfacing object B impresses an electrical potential difference to an electrode and by which it is formed more in it are strong near the boundary of an electrode 911 and an electrode 912 — from a boundary — a long distance — be alike and hang — steps — it becomes weak. So, near a boundary, much polarization happens, the surfacing force becomes strong, and since electric field are weak, the surfacing force also becomes [polarization generating] weak in ** in a place distant from a boundary.

[0010] Moreover, near bordering, it enters from the top face of the surfacing object B, and the line of electric force which comes out from the top face of the surfacing object B exists, in this part, only the upward force will work on the surfacing object B, and the strong surfacing force will be acquired. Furthermore, although a dielectric and an insulator are early polarized near a boundary since electric field are strong, in a distant place, polarization delay becomes large. By that cause, in a place distant from a boundary, the surfacing force will increase from near a boundary gradually over long duration. Moreover, since electric field strong near a boundary are formed, induction of the dipole is carried out to the surfacing object B, and an electrostatic suction force strong between it and the dipole made on an electrode occurs.

[0011] In addition, it is as follows if the case of a high resistor where it has feeble conductivity like sheet glass is explained. Since the electric field near [inter-electrode] a boundary are strong in a high resistor, charges gather for the part of the surfacing object B which counters near [this] a boundary early, but since field strength is small, and charges gather, a place distant from a boundary takes considerable time amount. That is, although the surfacing force increases quickly near a boundary when an electrical potential difference is impressed to an electrode 911 and an electrode 912, in a place distant from a boundary, the surfacing force will increase gradually over long duration.

[0012] Next, the stability in the horizontal direction of a surfacing object is explained. The stability to which the surfacing object A acts on the surfacing object A in the case of a conductor or a semi-conductor makes the edge effect the principle. However, in the case of a dielectric or an insulator, the stability by the edge effect is very small, and the surfacing object B can explain as follows. As the surfacing object C of a dielectric or an insulator shows drawing 9, when it shifts horizontally from the location just under an electrode, the charge part blanket-like voice guided when the surfacing object C surfaced in the location just under an electrode does not have **** straw immediately because of the high resistivity of the dielectric relaxation phenomenon of the surfacing object C, or a surfacing object, even if the surfacing object C shifts horizontally. Thereby, near a boundary, as shown in drawing 9, stability acts. Since there are more amounts of charges guided near [that] the boundary among Haruka than the amount of charges guided near the edge of the surfacing object C as for the stability near [this] a boundary, it is larger than the stability which acts near the edge of the surfacing object C for whether your being Haruka.

[0013] Thus, in order to cross all over the surfacing object C, and to acquire the strong surfacing force and to make the surfacing force increase quickly, it turns out that what is necessary is just to make many inter-electrode boundaries where a different electrical potential difference is impressed. That is, as shown in drawing 10, by forming many electrodes on a stator and impressing forward and a negative (or forward, zero, negative and zero) electrical potential difference to the electrode by turns, it can cross all over the surfacing object D, strong electric field can be generated, and the surfacing object D can be surfaced quickly. Moreover, it cannot be overemphasized that the stability and rigidity in the horizontal direction of the surfacing object D can be made to increase by this.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since it had the electrode structure which consists of four electrodes as were described above, and the conventional electrostatic levitation device was shown in drawing 7, only four inter-electrode boundaries had the trouble that surfacing time amount (time amount until a

surfacing object surfaces from control initiation is called surfacing time (amount) became long, when there was and the dielectric and insulator like glass or the ceramics were surfaced.

[0015] According to the experiment, the time amount for about 2 minutes was taken to impress the electrical potential difference of $\pm 1.5\text{kV}$ to an electrode, and to surface a glass plate with a diameter [of 100mm], and a thickness of 0.7mm from initial gap 0.35mm to target gap 0.3mm at first, under the environment of the temperature of 20 degrees C, and 45% of humidity RH. Moreover, there was a trouble that the time lag of the charge which appears in the front face of the surfacing object over the change of applied voltage to an electrode was large, therefore a surfacing system tends to become unstable, and surfacing rigidity became low.

[0016] Furthermore, since the horizontal stability which acts on a surfacing object was also small when a surfacing object shifted horizontally from the location just under an electrode, this electrostatic levitation device was attached in transport devices, such as a robot, when conveying a surfacing object in the condition of having risen to surface, a bearer rate could not be gathered but neither conveyance effectiveness nor the dependability of carrier system was able to be raised. Then, it can raise surfacing rigidity and the surfacing stability of a system, and aims at offering the electrostatic levitation device of the surfacing object which moreover consists of the stability which acts on the horizontal direction of a surfacing object, a dielectric which can raise the rigidity, or an insulator while this invention removes the above-mentioned trouble, surfaces a surfacing object quickly and shortens surfacing time amount.

[0017]

[Means for Solving the Problem] In the electrostatic levitation device which surfaces the surfacing object which consists of (1) dielectric or an insulator using electrostatic force in order that this invention may attain the above-mentioned purpose The stator which two or more electrode groups are formed on an insulating substrate, and is formed from two or more electrodes with which each of that electrode group is stationed by turns, The displacement sensor which detects the gap of the surfacing object which counters this stator, and said stator and said surfacing object, It has the controller which generates the control voltage for carrying out stable surfacing of said surfacing object, and is made to impress by turns the control voltage and fixed direct current voltage which were made from said controller based on the surfacing location of said surfacing object detected using said displacement sensor to each of said electrode group's electrode.

[0018] (2) Make it two or more electrodes which form each electrode group differ in the area mutually in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (1) publication.

(3) two or more electrodes which form each electrode group in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (1) publication -- the area -- mutual -- the same -- making .

[0019] (4) Make it impress by turns the control voltage made based on the location of a surfacing object, and a zero volt to two or more electrodes which form each electrode group in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (1) publication.

(5) In the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (1) publication, choose the polarity of the control voltage made based on the location of a surfacing object so that the potential of a surfacing object may serve as a zero volt.

[0020] (6) The electrical potential difference which has the absolute value with the area same [the control voltage made mutually based on the location of a surfacing object in two or more same electrodes, its control voltage, and antipole nature] which forms each electrode group is impressed by turns, and make it the potential of a surfacing object serve as a zero volt in the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (3) publication.

[0021] (7) In the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (1) publication, said surfacing object is a plate.

(8) In the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (7) publication, a surfacing object is a glass plate.

(9) In the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the above-mentioned (7) publication, a surfacing object is a ceramic plate.

[0022] According to this invention, many electrodes are formed on a stator. To the electrode Thus, control voltage and fixed direct current voltage (a zero volt is included), Or by impressing by turns control voltage, its control voltage, and the electrical potential difference that has the same absolute value of antipole nature While make many inter-electrode boundaries where the electrical potential difference of a different value is impressed, and cross all over a surfacing object (a dielectric and insulator), strong electric field are generated, a surfacing object is surfaced quickly and surfacing time amount is shortened, surfacing rigidity and the surfacing stability of a system can be raised. Moreover, the stability which acts on the horizontal direction of a surfacing object, and

ts rigidity can be raised.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains to a detail, referring to a drawing about the gestalt of operation of this invention. Drawing 1 is the outline block diagram of the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric in which the 1st example of this invention is shown, or an insulator, and drawing 2 shows the electrode structure of a stator and wiring in the electrostatic levitation device.

[0024] In drawing 1, the surfacing object which consists of a dielectric with which 10 counters with a stator and 20 counters with this stator 10, or an insulator, and 31-34 show a displacement sensor, and 40 shows the controller. As drawing 1 and drawing 2 show, the electrodes 11a-11d for giving the surfacing force to the surfacing object 20 which a stator 10 consists of an insulating substrate and consists of a dielectric or an insulator on it, 12a-12d, 13a-13d, and 14a-14d are formed.

[0025] These electrodes are divided into four groups who have the same configuration, and are equally arranged on the stator 10. That is, Electrodes 11a-11d form one electrode group (let this be the electrode group 1). Electrodes 13a-13d form one electrode group (let this be the electrode group 3), and Electrodes 14a-14d form [Electrodes 12a-12d] one electrode group (let this be the electrode group 4) for one electrode group (let this be the electrode group 2).

[0026] Each of this electrode group consists of four electrodes, the shape of a rectangle in which an inside electrode has the shape of a rectangle and the three remaining electrodes have rectangle-like hollow most among that electrode is carried out, and, as for those four electrodes, area is equal mutually. Moreover, the die length of the long side of a rectangle-like electrode and a shorter side formed with the electrodes 11a, 12a, 13a, and 14a in each electrode group arranged most outside is equal to the long side of the surfacing object 20, and the die length of a shorter side.

[0027] In addition, it connects mutually every other piece (refer to the dotted line of drawing 2), and the electrode which forms each electrode group forms the electrode of two groups. That is, if the electrode group 1 is taken for an example, it connects mutually with the rear face and electrode 11a and electrode 11c form the electrode (let this be the electrode group's 1 1-set electrode) of one group, and electrode 11b and 11d of electrodes of each other will be connected with the rear face, and they will form the electrode (let this be the electrode group's 1 2-set electrode) of one group. The same is said of the electrode groups 2, 3, and 4.

[0028] The control voltage from a controller 40 is impressed to the electrode of one group among the electrodes of two groups which form each electrode group, and a zero bolt is always impressed to the electrode of the group which is one more. that is, -- the electrode group's 1 1-set electrode (electrodes 11a and 11c) -- control voltage V1 -- control voltage V3 is impressed to the electrode group's 3 1-set electrode (electrodes 13a and 13c), and control voltage V4 is impressed to the electrode group's 4 1-set electrode (electrodes 14a and 14c) for control voltage V2 at the electrode group's 2 1-set electrode (electrodes 12a and 12c).

[0029] And the electrical potential difference of a zero bolt is always impressed to the electrode group's 1 2-set electrode (electrodes 11b and 11d), the electrode group's 2 2-set electrode (electrodes 12b and 12d), the electrode group's 3 2-set electrode (electrodes 13b and 13d), and the electrode group's 4 2-set electrode (electrodes 14b and 14d). In addition, to 11d, 12d, 13d, and each electrode group's 14d arranged most inside, the holes 91-94 for displacement sensors for detecting the surfacing location of the surfacing object 20 are open.

[0030] Moreover, the electrical potential difference to the above-mentioned electrode lets a through hole (with no illustration) pass, and supplies it from a rear face. In all the examples after this, the electrical potential difference to an electrode is supplied from a rear face through a through hole like this 1st example. Next, what is necessary is just to control actively the applied voltage V1, V2, V3, and V4 to an electrode, in order to carry out stable surfacing of the surfacing object 20. That is, the location and posture of the surfacing object 20 are detected using displacement sensors 31-34. The control voltage V1, V2, V3, and V4 for carrying out stable surfacing of the surfacing object 20 with a controller 40 based on this detected signal is made. The electrode group's 1 1-set electrode (11a and 11c), Stable surfacing of the surfacing object 20 can be carried out by being impressed by the electrode group's 2 1-set electrode (electrodes 12a and 12c), the electrode group's 3 1-set electrode (13a and 13c), and the electrode group's 4 1-set electrode (electrodes 14a and 14c).

[0031] Thus, in the 1st example, when surfacing dielectrics and insulators, such as rectangle-like glass and ceramics, by arranging by turns the electrode with which control voltage is impressed, and the electrode with which a zero bolt is impressed, and forming many inter-electrode boundaries, time amount until it rises to surface from control initiation can be shortened. Moreover, the stability in the horizontal direction of the surfacing stability of a system, surfacing rigidity, and a surfacing object and its rigidity can be raised.

[0032] It checked conducting a surfacing experiment of the glass plate of horizontal x length x thickness (100mmx100mmx0.7mm) under the boundary of the temperature of 20 degrees C, and 45% of humidity RH, and

rising to surface from initial 0.35mm to target gap 0.3mm in small about 1 second after control initiation by experiment, using the above-mentioned stator 10. In this experiment, the applied voltage of the beginning to each electrode group's 1-set electrode is 3kV, and impressed the zero bolt to each electrode group's 2-set electrode.

[0033] Next, the 2nd example of this invention is explained. Drawing 3 shows the electrode structure of the stator of the electrostatic levitation device of a surfacing object and wiring which consist of a dielectric in which the 2nd example of this invention is shown, or an insulator. In this drawing, in 110, an electrode is shown a stator, 111a-111j, 112a-112f, 113a-113j, and 114a-114f, and 191-194 show the hole for displacement sensors.

[0034] The strip electrodes 111a-111j, 112-112f, 113a-113j, and 114a-114f, like the 1st example, it is divided into four groups and formed on the stator 110 which consists of an insulating substrate. That is, Electrodes 111a-111j form the electrode group 1, Electrodes 113a-113j form the electrode group 3, and Electrodes 114a-114f form [Electrodes 112a-112f] the electrode group 4 for the electrode group 2. The electrode group 1 is doing the same configuration as the electrode group 3, and the electrode group 2 is doing the same configuration as the electrode group 4.

[0035] The die length of the long side of a rectangle-like electrode and a shorter side formed of these four electrode groups is equal respectively with the long side of a surfacing object, and the die length of a shorter side. In addition, the area is equal, and it connects mutually every other piece (refer to the dotted line of drawing 3), and the electrode of a large number which form the same electrode group forms the electrode of two groups.

[0036] That is, if the electrode group 1 is taken for an example, it connects mutually with the rear face and Electrodes 111a, 111c, 111e, 111g, and 111i form the electrode group's 1 1-set electrode, and the electrodes 111b, 111d, 111f, 111h, and 111j of each other will be connected with the rear face, and they will form the electrode group's 1 2-set electrode. The same is said of the electrode groups 2, 3, and 4.

[0037] In addition, the control voltage from a controller is impressed to the electrode of one group like the 1st example among the electrodes of two groups which form each electrode group, and a zero bolt is always impressed to the electrode of the group which is one more. that is, the electrode group's 1 1-set electrode (Electrodes 111a, 111c, and 111e ---) 111g and 111i --- control voltage V1 --- the electrode group's 2 1-set electrode (electrode 112b ---) Control voltage V3 is impressed to the electrode group's 3 1-set electrode (electrodes 113b, 113d, 113f, 113h, and 113j), and control voltage V4 is impressed to the electrode group's 4 1-set electrode (electrodes 114a, 113c, and 113e) for control voltage V2 at 112d and 112f.

[0038] And the electrode group's 1 2-set electrode (electrodes 111b, 111d, 111f, 111h, and 111j), The electrode group's 2 2-set electrode (electrodes 112a, 112c, and 112e), The electrical potential difference of a zero bolt is always impressed to the electrode group's 3 2-set electrode (electrodes 113a, 113c, 113e, 113g, and 113i), and the electrode group's 4 2-set electrode (electrodes 114b, 114d, and 114f).

[0039] thus, the surfacing object which is made to form many inter-electrode boundaries and consists of rectangle-like a dielectric and an insulator by arranging in a single tier the strip electrode which is a simple configuration in the 2nd example, and impressing control voltage and a zero bolt to the electrode by turns --- a short time --- stability --- it is made to rise to surface highly Moreover, when the electrode which forms the electrode group 2 and the electrode group 4 arranges the stability in a longitudinal direction (longitudinal direction in drawing 3), and its rigidity in a lengthwise direction, he is trying to raise the stability in a lengthwise direction (the vertical direction in drawing 3), and its rigidity by arranging in a longitudinal direction the electrode which forms the electrode group 1 and the electrode group 3.

[0040] Next, the 3rd example of this invention is explained. Drawing 4 is drawing showing the electrode structure of the stator of the electrostatic levitation device of the surfacing object which consists of a dielectric in which the 3rd example of this invention is shown, or an insulator. In drawing 4 210 A stator, 211-214, 211aa-211ae, 211ba-211be, 211ca-211ce, 212aa-212ae, 212ba-212be, 212ca-212ce, 213aa-213ae, 213ba-213be, 213ca-213ce, 214aa-214ae, 214ba-214be, and 214ca-214ce show an electrode, and 291-294 show the hole for displacement sensors.

[0041] Electrode 211aa-211ae, 211ba-211be, and 211ca-211ce are mutually connected with the rear face, and control voltage V1 (with no illustration) is supplied. Electrode 212aa-212ae, 212ba-212be, and 212ca-212ce are mutually connected with the rear face, and control voltage V2 (with no illustration) is supplied. Electrode 213aa-213ae, 213ba-213be, and 213ca-213ce are mutually connected with the rear face, and control voltage V3 (with no illustration) is supplied. Electrode 214aa-214ae, 214ba-214be, and 214ca-214ce are mutually connected with the rear face, and control voltage V4 (with no illustration) is supplied.

[0042] Furthermore, a zero bolt is always supplied to the grid-like electrodes 211-214. In addition, the gross area of the electrode with which the same control voltage in each electrode group is impressed is equal to the area of the electrode with which a zero bolt is impressed. A rectangular dielectric and a rectangular insulator are

surfaced with sufficient stability for a short time using this stator 210 by controlling actively control voltage V1, V2, V3, and V4.

[0043] Next, the 4th example of this invention is explained. Drawing 5 is drawing showing the electrode structure of the stator of the electrostatic levitation device of a surfacing object and wiring which consist of a dielectric in which the 4th example of this invention is shown, or an insulator. In this drawing, in 310, an electrode is shown a stator, 311a-311d, 312a-312d, 313a-313d, and 314a-314d, and 391-394 show the hole for displacement sensors.

[0044] In this 4th example, the disk of a dielectric like the glass of a circle configuration or the ceramics as a surfacing object or an insulator is used. Then, if it removes having made into the form corresponding to the circle configuration of a surfacing object structure of the electrode currently formed on the stator 310, the fundamental concept of the structure is the same as that of the stator 10 (refer to drawing 2) of the 1st example. That is, an electrode is divided into four groups, and the electrode which forms each of that group is wired as shown in drawing 5, and it forms the electrode of two groups.

[0045] A zero volt is always impressed to the electrode of one group among the electrodes of these two groups, and control voltage is impressed to the electrode of the one remaining groups. In addition, the electrode which forms each group is a flabellate form, and the area is equal. Moreover, the outer diameter of the circle formed with each electrode group's electrodes 311a, 312a, 313a, and 314a arranged most outside is equal to the outer diameter of a surfacing object.

[0046] In addition, although the electrostatic force given to a surfacing object was controlled by four on a surfacing object in order to carry out stable surfacing of the plate on space in the 4th example from the 1st above-mentioned example, this is the case where redundancy is given and it is enough as it just to control electrostatic force by three places of the minimum [carry out / stable surfacing of the surfacing object]. Drawing 6 is drawing showing the electrode structure of the stator of the electrostatic levitation device of a surfacing object and wiring which consist of a dielectric in which the 5th example of this invention is shown, or an insulator.

[0047] In drawing 6, in 410, an electrode is shown a stator, 411a-411d, 412a-412d, and 413a-413d, and 491-493 show the hole for displacement sensors. Since what is necessary is just to control the surfacing force by the three minimum places on a surfacing object in order to carry out stable surfacing of the surfacing object in this 5th example, if it removes having made the electrode into three groups from four groups of the 4th example (refer to drawing 5), that structure and the fundamental concept of wiring are the same as that of the 4th example.

[0048] The disk of the dielectric of a circle configuration or an insulator can be surfaced with sufficient stability for a short time by controlling actively the control voltage impressed to the electrode of a stator using this stator 410. In addition, in the 4th above-mentioned example and the 5th above-mentioned example, it cannot be overemphasized that the configuration of the electrode currently formed on the stator can be made into the configuration based on the meaning of the 2nd example and the 3rd example.

[0049] Moreover, although the surfacing object which consists of the dielectric and insulator of the shape of a circle configuration or a rectangle as a surfacing object was used in the 1st above-mentioned example - the 5th example, when what has the other configuration devises electrode structure based on the meaning of this invention, it cannot be overemphasized that the stability which can be set horizontally [surface a surfacing object for a short time, and] can be made to increase.

[0050] Furthermore, although the case where surfacing objects were a dielectric and an insulator was illustrated in the 1st above-mentioned example - the 5th example, this invention can be applied also when various things, such as a conductor and a semi-conductor, are used as a surfacing object. In addition, in the 1st above-mentioned example - the 5th example, it cannot be overemphasized that the fixed electrical potential difference which is not a zero volt can be impressed to the electrode with which a zero volt is always impressed.

[0051] Moreover, what is necessary is just to use the polarity of the two remaining control voltage and antipole nature which have the same polarity as a polarity of two control voltage in the 1st above-mentioned example - the 4th example among the control voltage V1, V2, V3, and V4 impressed to an electrode to maintain the potential of a surfacing object (especially a conductor and a semi-conductor) in a zero volt. For example, forward can be taken as a polarity of control voltage V1 and V3, and it can take negative as a polarity of control voltage V2 and V4. In this case, when a surfacing object surfaces about a fixed gap just under a stator, the potential of a surfacing object can be maintained at a zero volt.

[0052] Furthermore, in the 1st above-mentioned example - the 5th example, control voltage and the electrical potential difference of antipole nature can be impressed to the electrode with which a zero volt is always impressed. That is, when it explains by referring to the 1st example (drawing 2) of this invention, in the electrode group's 1 2-set electrode (electrodes 11b and 11d), it is control voltage. - V1 In the electrode group's

2 2-set electrode (electrodes 12b and 12d), it is control voltage. – Abo 2, it is control voltage in the electrode group's 3 2-set electrode (electrodes 13b and 13d). – In the electrode group's 4 2-set electrode (electrodes 14b and 14d), it is control voltage about V3. – V4 can be impressed. By this, the potential of a surfacing object will maintain a zero volt. The same is said of the 2nd example of this invention – the 5th example.

[0053] In addition, in the 1st above-mentioned example – the 5th example, it cannot be overemphasized that the form of the electrode which forms each group can be changed based on the meaning of this invention, and the number of electrodes can be fluctuated. Moreover, although the case where the area of the electrode which forms each group was mutually equal was illustrated in the 1st, 2, 4, and 5 above-mentioned example, it may be made to make it a different area.

[0054] Furthermore, although the case where the area of the electrode with which control voltage is impressed in each group, and the electrode with which a zero volt is always impressed was equal was illustrated in the 3rd example of the above, it cannot be overemphasized that it can be made a different area. This invention is not limited to the above-mentioned example, and based on the meaning of this invention, various deformation is possible for it and it does not eliminate them from the range of this invention.

[0055]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the following effectiveness can be done so as explained to the detail. By forming many electrodes on a stator and impressing control voltage and a zero volt to the electrode by turns, many inter-electrode boundaries where a different electrical potential difference is impressed can be formed, it can cross all over a surfacing object (a dielectric especially like glass or the ceramics, and insulator), and strong electric field can be generated.

[0056] Thereby, while it is possible to surface a surfacing object for a short time, surfacing rigidity and the surfacing stability of a system can be raised. Moreover, a surfacing object can make the stability which acts on a surfacing object, and its rigidity increase by making many inter-electrode boundaries in this way, when [that] it shifts horizontally.

[0057] Non-contact support of the surfacing object by electrostatic force can be performed with a sufficient controllability thereby more exactly. Moreover, where a glass plate etc. is surfaced by electrostatic force using transport devices, such as a robot, when conveying, it is possible to make it rise to surface for a short time, since the stability which can be set still more horizontally, and its rigidity can be raised, a bearer rate can be gathered and the effectiveness and reliability of carrier system can be raised.

[0058] Thus, to say nothing of a conductor or a semi-conductor, this invention can be used for the electrostatic levitation device of a dielectric or an insulator, a transport device, etc. in fields, such as an optical instrument, and a liquid crystal display production process, the semi-conductor manufacturing industry, the precision machinery industry.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-66367

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 N 13/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 2 N 13/00

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-218582

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月20日

(71) 出願人 591243103

財団法人神奈川科学技術アカデミー

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号

(72) 発明者 樋口 俊郎

神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目4番26号

(72) 発明者 田 鍾業

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目4番15号-103

(72) 発明者 胡 紹倫

神奈川県川崎市中原区下小田中6丁目7番6号-101

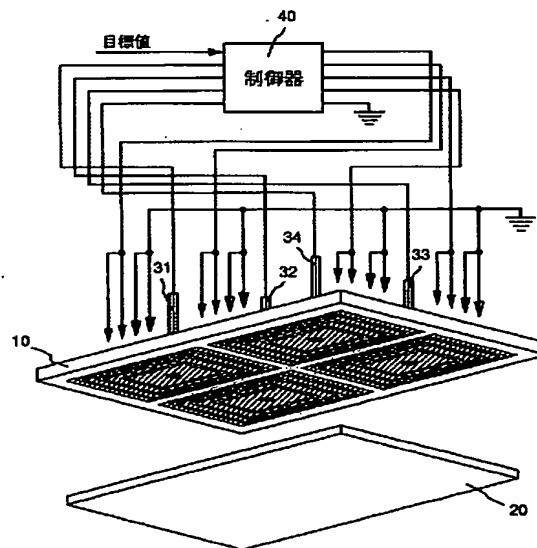
(74) 代理人 弁理士 清水 守

(54) 【発明の名称】 誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置で、浮上体の浮上時間を短縮し、浮上剛性や浮上系の安定性を高め、しかも、浮上体の水平方向に作用する復元力やその剛性を向上させる。

【解決手段】 主要点は、固定子10の電極形成方法にあり、即ち、絶縁基板上に複数の電極グループを形成し、その各々の電極グループは更に、交互に配置された複数の電極から構成される。また、浮上体20を安定浮上させる制御電圧を発生する制御器40を持つと共に、固定子/浮上体間のギャップを変位センサ31~34で検出して、制御器にフィードバックして、制御器から作り出した制御電圧と、一定直流電圧とを上記の電極に交互に印加して、異なる電圧が印加される電極間の境界を多数形成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体や絶縁体からなる浮上体を静電力を用いて浮上させる静電浮上装置において、(a)絶縁基板上に複数の電極グループが形成され、該各電極グループは交互に配置されている複数の電極から形成されている固定子と、(b)該固定子に対向する浮上体と、

(c)前記固定子と前記浮上体とのギャップを検出する変位センサと、(d)前記浮上体を安定浮上させるための制御電圧を発生する制御器とを備え、(e)前記変位センサを用いて検出した前記浮上体の浮上位置に基づいて前記制御器から作り出した制御電圧と一定直流電圧とを前記各電極グループの電極に交互に印加することを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項2】 請求項1記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記各電極グループを形成する複数の電極は、その面積が互いに異なることを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項3】 請求項1記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記各電極グループを形成する複数の電極は、その面積が互いに同じであることを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項4】 請求項1記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記各電極グループを形成する複数の電極には前記浮上体の浮上位置に基づいて作り出した制御電圧とゼロボルトとを交互に印加することを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項5】 請求項1記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記浮上体の浮上位置に基づいて作り出す制御電圧の極性を、前記浮上体の電位がゼロボルトとなるように選ぶことを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項6】 請求項3記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記各電極グループを形成するその面積が互いに同じである複数の電極には、前記浮上体の浮上位置に基づいて作り出した制御電圧と、該制御電圧と反対極性の同じ絶対値を有する電圧とが交互に印加され、浮上体の電位がゼロボルトとなることを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項7】 請求項1記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記浮上体は誘電体や絶縁体の板状体であることを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【請求項8】 請求項7記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記浮上体はガラス板であることを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体

の静電浮上装置。

【請求項9】 請求項7記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記浮上体はセラミックス板であることを特徴とする誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電力を用いて浮上体、特にガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体からなる浮上体を、周囲環境から完全に非接触で浮上させる静電浮上装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、文献「8インチシリコンウエハの静電浮上」、静電気学会講演論文集、pp. 141-144、1995に開示されるものがあった。図7はかかる従来の静電浮上装置の固定子の電極面の平面図である。

【0003】この図において、910は固定子、911～914は電極、991～994は変位センサ用穴を示している。固定子910は絶縁基板からなり、その上に、4つの導電体の電極911～914が均等に形成され、1つのリングを形成している。このリングの外径は、固定子910と対向する浮上体（シリコンウエハ）の外径と等しくなっている。また、浮上体の位置及び姿勢を検出するため、電極911～914には、変位センサ用穴991～994が設けられ、この変位センサ用穴991～994には各々変位センサが配置される。

【0004】このような従来の静電浮上システムでは、変位センサを用いて検出した浮上体（シリコンウエハ）の位置及び姿勢に基づいて、電極911～914への印加電圧を能動的に制御することにより、浮上体を安定浮上させる。また、従来は、浮上体の電位をゼロボルトに保つため、電極911と電極913は正の電圧で、電極912と電極914は負の電圧で制御している。

【0005】なお、本発明に係る固定子電極構造の概念を説明する前に、まず、従来の静電浮上装置での電極構造を用いて導体やシリコンウエハのような半導体を浮上させる場合と、ガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体を浮上させる場合に形成される電界や浮上体表面の電荷の挙動、またその電荷により発生する静電浮上力について、図8を参考にしながら、簡単に説明する。

【0006】また、誘電体や絶縁体の浮上体が電極の真下の位置から水平方向にずれたとき、その水平方向に作用する復元力について、図9を参考にしながら説明する。次に、本発明に係る誘電体や絶縁体の静電浮上に適した固定子電極構造の概念について、図10を参考にしながら説明する。図8～図10において、911、912、915～918は電極を示す。その内、電極911と912は前述したように従来の静電浮上装置での電極を示す。図8と図10における電極と浮上体間に作用す

る静電力は、浮上体の垂直方向成分のみを示している。また、図9において、浮上体の水平方向における復元力は、電極と浮上体間に作用する静電力の水平方向成分である。

【0007】まず、従来の静電浮上装置を用いて導体やシリコンウエハのような半導体を浮上する場合について説明する。浮上ギャップが電極と浮上体の重なっている部分の面積に比べて十分小さい場合、電極への印加電圧の制御を開始すると、電極911には電圧+Vが、電極912には電圧-Vが印加され、図8(a)に示すような電界と電荷分布が形成される。つまり、導体や半導体の中では電荷が自由に移動できるので、電極911と電極912に電圧が印加された直後、電極911には正の電荷が、その電極911と対向する浮上体A面には負の電荷が（電極912には負の電荷が、その電極912と対向する浮上体A面には正の電荷が）各々電極と浮上体Aの表面の全面に渡って、瞬時に現れる。

【0008】これにより、電極と浮上体A間のギャップには満遍なく強い電界が形成され、浮上体はその表面の全体に渡って単位面積当たりほぼ同じ大きさの浮上力を受け、電極に電圧が印加されると同時に浮上することになる。次に、従来の電極構造でガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体からなる浮上体Bを浮上する場合は、電極に電圧が印加されると、誘電体や絶縁体は導体ではないので、分極することになり、図8(b)に示すような電界や電荷分布が形成される。このとき、浮上体Bの界面には上向きと下向きの力が作用し、その内、上向きの力から下向きの力を引いた力が浮上力となる。

【0009】なお、浮上体Bが誘電体や絶縁体の場合に、電極に電圧を印加するとにより形成される電界は、電極911と電極912の境界付近では強いが、境界から遠くなるにつれ段々弱くなる。それゆえ、境界付近では多くの分極が起こり、浮上力も強くなるが、境界から遠い所では電界が弱いので分極発生が少なり、浮上力も弱くなる。

【0010】また、境界の付近では浮上体Bの上面から入り込み、浮上体Bの上面から出る電気力線が存在し、この部分では浮上体Bに上向きの力のみが働き、強い浮上力が得られることになる。更に、境界付近では電界が強いので誘電体や絶縁体は早く分極するが、遠い所では分極遅れが大きくなる。それにより、境界から遠い所では境界付近より長時間に渡って浮上力が徐々に増加することになる。また、境界付近では強い電界が形成されるので、浮上体Bにダイポールが誘起され、それと電極上で作られるダイポールとの間に強い静電吸引力が発生する。

【0011】なお、板ガラスのように微弱な導電性を有する高抵抗体の場合について説明すると次のようである。高抵抗体の場合、電極間の境界付近での電界は強いので、この境界付近に対向する浮上体Bの部分には電荷

が早く集まるが、境界から遠いところでは電界の強さが小さいため、電荷が集まるので相当な時間を要する。つまり、電極911と電極912に電圧を印加したとき、境界付近では浮上力が素早く増加するが、境界から遠い所では長時間に渡って浮上力が徐々に増加することになる。

【0012】次に、浮上体の水平方向における復元力について説明する。浮上体Aが導体や半導体の場合、浮上体Aに作用する復元力はエッジ効果をその原理としている。しかし、浮上体Bが誘電体や絶縁体の場合はそのエッジ効果による復元力は非常に小さく、次のように説明できる。誘電体や絶縁体の浮上体Cが、図9に示すように、電極の真下の位置から水平方向にずれたとき、浮上体Cの誘電緩和現象または浮上体の高い抵抗率のため、浮上体Cが電極の真下の位置に浮上したとき誘導された電荷分布状態は、浮上体Cが水平方向にずれても直ちには変わらない。これにより、境界付近では、図9に示すように、復元力が作用する。この境界付近での復元力は、その境界付近で誘導された電荷量が浮上体Cの縁付近に誘導された電荷量より遙に多いので、浮上体Cの縁付近に作用する復元力より、遙かに大きい。

【0013】このように、浮上体Cの全面に渡って強い浮上力を得、また素早く浮上力を増加させるためには、異なる電圧が印加される電極間の境界を沢山作ればよいことが分かる。つまり、図10に示すように、固定子の上に多数の電極を形成し、その電極に正と負（または、正とゼロ、負とゼロ）の電圧を交互に印加することにより、浮上体Dの全面に渡って強い電界を発生させ、浮上体Dを素早く浮上させることができる。また、これにより、浮上体Dの水平方向における復元力や剛性を増加させることができることは言うまでもない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、従来の静電浮上装置は、図7に示すように、4つの電極で構成される電極構造を有するので電極間の境界は4つしかなく、ガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体を浮上させる場合、浮上時間（制御開始から浮上体が浮上するまでの時間を浮上時間と称する）が長くなる問題点があった。

【0015】実験によると、温度20℃、湿度45%RHの環境下で、最初電極に、電圧±1.5kVを印加し、直径100mm、厚み0.7mmのガラス板を初期ギャップ0.35mmから目標ギャップ0.3mmに浮上させるのに、約2分程度の時間を要した。また、電極への印加電圧の変化に対する浮上体の表面に現れる電荷の時間遅れが大きく、そのため浮上系が不安定になりやすく、浮上剛性が低くなる問題点があった。

【0016】更に、浮上体が電極の真下の位置から水平方向にずれた場合、浮上体に作用する水平方向の復元力も小さいので、この静電浮上装置をロボットなどの搬送

装置に取り付け、浮上体を浮上した状態で搬送するとき、搬送速度を上げることができず、搬送効率や搬送システムの信頼性を高めることができなかった。そこで、本発明は、上記問題点を除去し、浮上体を素早く浮上させ、浮上時間を短縮するとともに、浮上剛性や浮上系の安定性を高めることができ、しかも、浮上体の水平方向に作用する復元力や、その剛性を向上させることができる誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

(1) 誘電体や絶縁体からなる浮上体を静電力を用いて浮上させる静電浮上装置において、絶縁基板上に複数の電極グループが形成され、その各電極グループは交互に配置されている複数の電極から形成されている固定子と、この固定子に対向する浮上体と、前記固定子と前記浮上体とのギャップを検出する変位センサと、前記浮上体を安定浮上させるための制御電圧を発生する制御器とを備え、前記変位センサを用いて検出した前記浮上体の浮上位置に基づいて前記制御器から作り出した制御電圧と一定直流電圧とを前記各電極グループの電極に交互に印加するようにしたものである。

【0018】(2) 上記(1)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、各電極グループを形成する複数の電極は、その面積が互いに異なるようにしたものである。

(3) 上記(1)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、各電極グループを形成する複数の電極は、その面積が互いに同じであるようにしたものである。

【0019】(4) 上記(1)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、各電極グループを形成する複数の電極には、浮上体の位置に基づいて作り出した制御電圧と、ゼロボルトとを交互に印加するようにしたものである。

(5) 上記(1)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、浮上体の位置に基づいて作り出す制御電圧の極性を、浮上体の電位がゼロボルトとなるように選ぶようにしたものである。

【0020】(6) 上記(3)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、各電極グループを形成するその面積が互いに同じである複数の電極には、浮上体の位置に基づいて作り出した制御電圧と、その制御電圧と反対極性の同じ絶対値を有する電圧とが交互に印加され、浮上体の電位がゼロボルトとなるようにしたものである。

【0021】(7) 上記(1)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、前記浮上体は板状体である。

(8) 上記(7)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、浮上体はガラス板である。

(9) 上記(7)記載の誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置において、浮上体はセラミックス板である。

【0022】このように、本発明によれば、固定子の上に多数の電極を形成し、その電極に制御電圧と一定直流電圧(ゼロボルトを含む)、または制御電圧とその制御電圧と反対極性の同じ絶対値を有する電圧とを交互に印加することにより、異なる値の電圧が印加される電極間の境界を数多く作り、浮上体(誘電体や絶縁体)の全面に渡って強い電界を発生させ、浮上体を素早く浮上させ、浮上時間を短縮すると同時に、浮上剛性や浮上系の安定性を高めることができる。また、浮上体の水平方向に作用する復元力やその剛性を向上させることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の第1実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の概略構成図であり、図2はその静電浮上装置における固定子の電極構造及び配線を示す。

【0024】図1において、10は固定子、20はこの固定子10と対向する誘電体や絶縁体からなる浮上体、31~34は変位センサ、40は制御器を示している。図1及び図2で示すように、固定子10は絶縁基板からなり、その上に誘電体や絶縁体からなる浮上体20に浮上力を与えるための電極11a~11d、12a~12d、13a~13d、14a~14dが形成されている。

【0025】これらの電極は同じ形状を有する4つのグループに分かれて固定子10の上に均等に配置されている。つまり、電極11a~11dが1つの電極グループ(これを電極グループ1とする)を形成しており、電極12a~12dが1つの電極グループ(これを電極グループ2とする)を、電極13a~13dが1つの電極グループ(これを電極グループ3とする)を、電極14a~14dが1つの電極グループ(これを電極グループ4とする)を形成している。

【0026】この各電極グループは4つの電極で構成され、その電極の内、一番内側の電極は長方形状を、残りの3つの電極は長方形状の中空を有する長方形状をしており、その4つの電極は面積が互いに等しくなっている。また、各電極グループ内の一番外側に配置されている電極11a、12a、13a、14aにより形成される長方形状の電極の長辺と短辺の長さは、浮上体20の長辺と短辺の長さと同様になっている。

【0027】なお、各電極グループを形成する電極は1個置きに互いに接続されており(図2の点線参照)、2つの組の電極を形成している。つまり、電極グループ1

を例にとると、電極11aと電極11cは裏面で互いに接続されており、1つの組の電極（これを電極グループ1の1組電極とする）を形成しており、また、電極11bと電極11dは裏面で互いに接続されており、1つの組の電極（これを電極グループ1の2組電極とする）を形成している。電極グループ2、3、4についても同様である。

【0028】各電極グループを形成する2つの組の電極の内、1つの組の電極には制御器40からの制御電圧が印加され、もう1つの組の電極には常にゼロボルトが印加される。つまり、電極グループ1の1組電極（電極11aと11c）には制御電圧V1が、電極グループ2の1組電極（電極12aと12c）には制御電圧V2が、電極グループ3の1組電極（電極13aと13c）には制御電圧V3が、電極グループ4の1組電極（電極14aと14c）には制御電圧V4が印加される。

【0029】そして、電極グループ1の2組電極（電極11bと11d）と電極グループ2の2組電極（電極12bと12d）と電極グループ3の2組電極（電極13bと13d）と電極グループ4の2組電極（電極14bと14d）には、常にゼロボルトの電圧が印加されるようになっている。なお、各電極グループの一番内側に配置されている11d、12d、13d、14dには、浮上体20の浮上位置を検出するための変位センサ用穴91～94が開いている。

【0030】また、上記した電極への電圧は、スルーホール（図示なし）を通して、裏面から供給するようになっている。これ以降の全ての実施例において、電極への電圧はこの第1実施例と同じように、スルーホールを通して裏面から供給するようになっている。次に、浮上体20を安定浮上させるには、電極への印加電圧V1、V2、V3、V4を能動的に制御すればよい。つまり、変位センサ31～34を用いて、浮上体20の位置及び姿勢を検出し、この検出された信号に基づいて制御器40で浮上体20を安定浮上させるための制御電圧V1、V2、V3、V4を作り出し、電極グループ1の1組電極（11aと11c）と、電極グループ2の1組電極（電極12aと12c）、電極グループ3の1組電極（13aと13c）と、電極グループ4の1組電極（電極14aと14c）に印加することにより、浮上体20を安定浮上させることができる。

【0031】このように第1実施例では、制御電圧が印加される電極とゼロボルトが印加される電極を交互に配置し、電極間の境界を数多く形成することにより、長方形のガラスやセラミックスなどの誘電体や絶縁体を浮上させるとき、制御開始から浮上するまでの時間を短縮することができる。また、浮上系の安定性や浮上剛性、浮上体の水平方向における復元力や、その剛性を向上させることができる。

【0032】実験により、上記した固定子10を用い、

温度20℃、湿度45%RHの境界下で、横×縦×厚さ（100mm×100mm×0.7mm）のガラス板の浮上実験を行い、制御開始から僅か約1秒で初期ギャップ0.35mmから目標ギャップ0.3mmに浮上することを確認した。この実験において、各電極グループの1組電極への最初の印加電圧は3kVで、各電極グループの2組電極にはゼロボルトを印加した。

【0033】次に、本発明の第2実施例について説明する。図3は本発明の第2実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す。この図において、110は固定子、111a～111j、112a～112f、113a～113j、114a～114fは電極、191～194は変位センサ用穴を示している。

【0034】ストリップ状の電極111a～111j、112～112f、113a～113j、114a～114fは、第1実施例のように、4つのグループに分かれており、絶縁基板からなる固定子110の上に形成されている。つまり、電極111a～111jが電極グループ1を形成しており、電極112a～112fが電極グループ2を、電極113a～113jが電極グループ3を、電極114a～114fが電極グループ4を形成している。電極グループ1は電極グループ3と同じ形状をしており、電極グループ2は電極グループ4と同じ形状をしている。

【0035】この4つの電極グループにより形成される長方形の電極の長辺と短辺の長さは、浮上体の長辺と短辺の長さとは等しくなっている。なお、同じ電極グループを形成する多数の電極は、互いに、その面積が等しくなっており、かつ、1個おきに互いに接続されており（図3の点線参照）、2つの組の電極を形成している。

【0036】つまり、電極グループ1を例にとると、電極111a、111c、111e、111g、111iは裏面で互いに接続されており、電極グループ1の1組電極を形成しており、また、電極111b、111d、111f、111h、111jは裏面で互いに接続されており、電極グループ1の2組電極を形成している。電極グループ2、3、4についても同様である。

【0037】なお、第1実施例と同様に、各電極グループを形成する2つの組の電極の内、1つの組の電極には制御器からの制御電圧が印加され、もう1つの組の電極には常にゼロボルトが印加される。つまり、電極グループ1の1組電極（電極111a、111c、111e、111g、111i）には制御電圧V1が、電極グループ2の1組電極（電極112b、112d、112f）には制御電圧V2が、電極グループ3の1組電極（電極113b、113d、113f、113h、113j）には制御電圧V3が、電極グループ4の1組電極（電極114a、113c、113e）には制御電圧V4が印

加される。

【0038】そして、電極グループ1の2組電極（電極111b、111d、111f、111h、111j）と、電極グループ2の2組電極（電極112a、112c、112e）と、電極グループ3の2組電極（電極113a、113c、113e、113g、113i）と、電極グループ4の2組電極（電極114b、114d、114f）には、常にゼロボルトの電圧が印加される。

【0039】このように第2実施例では、単純な形状であるストリップ状の電極を一行に並べ、その電極に制御電圧とゼロボルトを交互に印加することにより、電極間の境界を数多く形成させ、長方形の誘電体や絶縁体からなる浮上体を短時間で安定性高く浮上させる。また、電極グループ1と電極グループ3を形成する電極を横方向に並べることにより、横方向（図3における左右方向）における復元力やその剛性を、電極グループ2と電極グループ4を形成する電極は縦方向に並べることにより、縦方向（図3における上下方向）における復元力やその剛性を向上させるようにしている。

【0040】次に、本発明の第3実施例について説明する。図4は本発明の第3実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造を示す図である。図4において、210は固定子、211～214、211a～211e、211b～211f、211c～211f、212a～212e、212b～212f、212c～212f、213a～213e、213b～213f、213c～213f、214a～214e、214b～214f、214c～214fは電極、291～294は変位センサ用穴を示している。

【0041】電極211a～211e、211b～211f、211c～211fは裏面で互いに接続されており、制御電圧V1（図示なし）が供給される。電極212a～212e、212b～212f、212c～212fは裏面で互いに接続され、制御電圧V2（図示なし）が供給される。電極213a～213e、213b～213f、213c～213fは裏面で互いに接続され、制御電圧V3（図示なし）が供給される。電極214a～214e、214b～214f、214c～214fは裏面で互いに接続され、制御電圧V4（図示なし）が供給される。

【0042】更に、格子状の電極211～214には、常にゼロボルトとが供給されるようになっていいる。なお、各電極グループにおける同一制御電圧が印加される電極の総面積は、ゼロボルトが印加される電極の面積と等しくなっている。この固定子210を用い、制御電圧V1、V2、V3、V4を能動的に制御することによ

り、長方形の誘電体や絶縁体を短時間で安定性よく浮上させる。

【0043】次に本発明の第4実施例について説明する。図5は本発明の第4実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す図である。この図において、310は固定子、311a～311d、312a～312d、313a～313d、314a～314dは電極、391～394は変位センサ用穴を示している。

【0044】この第4実施例では、浮上体として円形状のガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体のディスクを用いる。そこで、固定子310の上に形成されている電極の構造を、浮上体の円形状に対応した形にしたことを除けば、その構造の基本的な概念は第1実施例の固定子10（図2参照）と同様である。つまり、電極は、4つのグループに分けられ、その各グループを形成する電極は、図5に示すように配線され、2つの組の電極を形成している。

【0045】この2つの組の電極の内、1つの組の電極には常にゼロボルトが印加され、残りの1つの組の電極には制御電圧が印加されるようになっていいる。なお、各グループを形成する電極は扇状で、その面積は等しくなっている。また、各電極グループの一番外側に配置されている電極311a、312a、313a、314aによって形成される円の外径は浮上体の外径と等しくなっている。

【0046】なお、上記した第1実施例から第4実施例では、板状体を空間上で安定浮上させるため、浮上体の上の4箇所浮上体に与えられる静電力を制御したが、これは冗長性を持たせた場合であり、浮上体を安定浮上させるには最低の3箇所静電力を制御するだけで十分である。図6は本発明の第5実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す図である。

【0047】図6において、410は固定子、411a～411d、412a～412d、413a～413dは電極、491～493は変位センサ用穴を示している。この第5実施例では、浮上体を安定浮上させるためには、浮上体に最低の3箇所静電力を制御すればよいので、電極を第4実施例（図5参照）の4つのグループから3つのグループにしたことを除けば、その構造や配線の基本的な概念は第4実施例と同様である。

【0048】この固定子410を用い、固定子の電極に印加される制御電圧を能動的に制御することにより、円形状の誘電体や絶縁体のディスクを短時間で安定性よく浮上させることができる。なお、上記した第4実施例及び第5実施例において、固定子の上に形成されている電極の形状を、第2実施例と第3実施例の趣旨に基づいた形状にすることができることは言うまでもない。

【0049】また、上記の第1実施例～第5実施例で

は、浮上体として円形状や長方形の誘電体や絶縁体からなる浮上体を用いたが、それ以外の形状を有するものでも、本発明の趣旨に基づいて、電極構造を工夫することにより浮上体を短時間で浮上させ、かつ水平方向における復元力を増加させることができることは言うまでもない。

【0050】更に、上記の第1実施例～第5実施例では、浮上体が誘電体や絶縁体である場合を例示したが、浮上体として導体や半導体など種々なものが用いられる場合にも本発明は適用できる。なお、上記の第1実施例～第5実施例において、常にゼロボルトが印加される電極に、ゼロボルトではない一定の電圧を印加することができることは言うまでもない。

【0051】また、上記の第1実施例～第4実施例において、浮上体（特に、導体や半導体）の電位をゼロボルトに維持したい場合には、電極に印加される制御電圧V1、V2、V3、V4の内、2つの制御電圧の極性として、同じ極性を有する残りの2つの制御電圧の極性と反対極性を用いればよい。例えば、制御電圧V1とV3の極性として正を、制御電圧V2とV4の極性として負をとることができる。この場合、浮上体が固定子の真下に一定のギャップで浮上した時、浮上体の電位をゼロボルトに保つことができるようになる。

【0052】更に、上記の第1実施例～第5実施例において、常にゼロボルトが印加される電極に、制御電圧と反対極性の電圧を印加することができる。つまり、本発明の第1実施例（図2）を参考にして説明すると、電極グループ1の2組電極（電極11bと11d）には制御電圧-V1を、電極グループ2の2組電極（電極12bと12d）には制御電圧-V2を、電極グループ3の2組電極（電極13bと13d）には制御電圧-V3を、電極グループ4の2組電極（電極14bと14d）には制御電圧-V4を印加することができる。これにより、浮上体の電位はゼロボルトを保つことになる。本発明の第2実施例～第5実施例についても同様である。

【0053】なお、上記の第1実施例～第5実施例において、各グループを形成する電極の形を本発明の趣旨に基づいて変えたり、また電極の数を増減できることは言うまでもない。また、上記の第1、2、4、5実施例では、各グループを形成する電極の面積が互いに等しい場合を例示したが、異なる面積にするようにしてもよい。

【0054】更に、上記第3実施例では、各グループにおいて制御電圧が印加される電極と常にゼロボルトが印加される電極の面積が等しい場合を例示したが、異なる面積にすることができることは言うまでもない。本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0055】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明に

よれば、以下のような効果を奏することができる。固定子の上に多数の電極を形成し、その電極に制御電圧とゼロボルトを交互に印加することにより、異なる電圧が印加される電極間の境界を数多く形成し、浮上体（特に、ガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体）の全面に渡って強い電界を発生させることができる。

【0056】これにより、浮上体を短時間で浮上させることが可能であると同時に、浮上剛性や浮上系の安定性を高めることができる。また、このように、電極間の境界を数多く作ることににより、浮上体とその水平方向にずれた場合、浮上体に作用する復元力やその剛性を増加させることができる。

【0057】これにより、よりの確に、制御性よく静電力による浮上体の非接触支持を行うことができる。また、ロボットなどの搬送装置を用いてガラス板などを静電力で浮上させた状態で搬送する場合、短時間で浮上させることが可能であり、更に、水平方向における復元力やその剛性を向上させることができるので、搬送速度を上げることができ、搬送システムの効率や信頼度を高めることができる。

【0058】このように、本発明は光学機器や、液晶ディスプレイ製造工程、半導体製造工業、精密機械工業などの分野において、導体や半導体は言うまでもなく、誘電体や絶縁体の静電浮上装置、また搬送装置などに利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の概略構成図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置における固定子の電極構造及び配線を示す図である。

【図3】本発明の第2実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す図である。

【図4】本発明の第3実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す図である。

【図5】本発明の第4実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す図である。

【図6】本発明の第5実施例を示す誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上装置の固定子の電極構造及び配線を示す図である。

【図7】従来の静電浮上装置の固定子の電極面の平面図である。

【図8】従来の静電浮上装置での電極構造を用いて導体やシリコンウエハのような半導体を浮上させる場合と、ガラスやセラミックスのような誘電体や絶縁体を浮上させる場合に形成される電界や浮上体表面の電荷の挙動、またその電荷により発生する静電浮上力についての説明

図である。

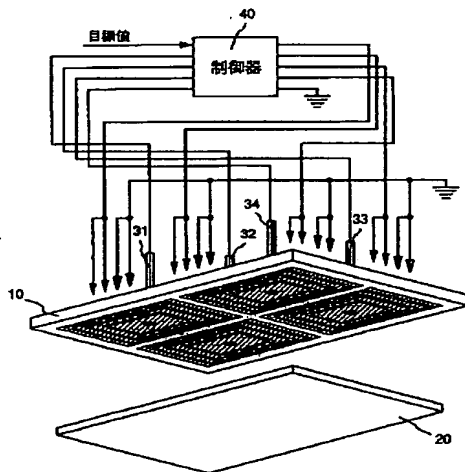
【図9】従来の静電浮上装置における誘電体や絶縁体の浮上体が電極の真下の位置から水平方向にずれた場合のその水平方向に作用する復元力についての説明図である。

【図10】本発明に係る誘電体や絶縁体からなる浮上体の静電浮上に適した固定子電極構造の概念についての説明図である。

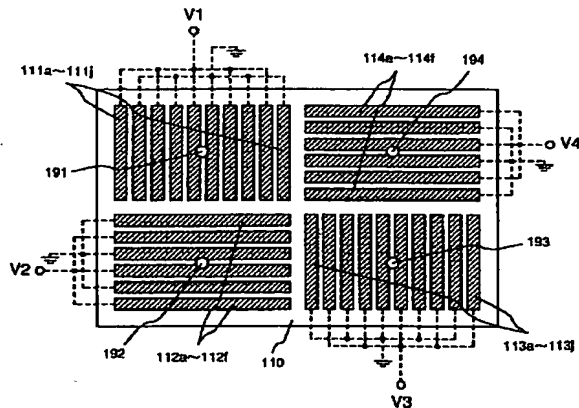
【符号の説明】

10, 110, 210, 310, 410 固定子
20 浮上体
31, 32, 33, 34 変位センサ
40 制御器
11a~11d, 12a~12d, 13a~13d, 1*

【図1】

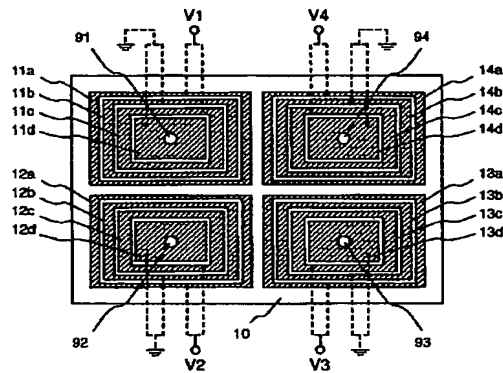


【図3】

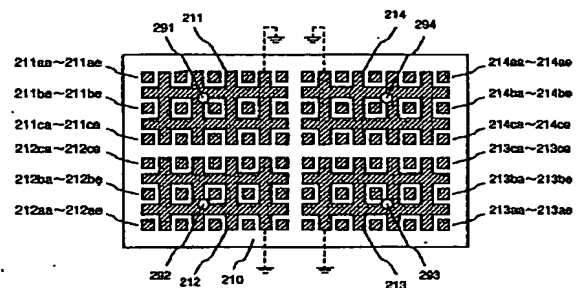


* 4a~14d, 111a~111j, 112a~112f, 113a~113j, 114a~114f, 211~214, 211aa~211ae, 211ba~211be, 211ca~211ce, 212aa~212ae, 212ba~212be, 212ca~212ce, 213aa~213ae, 213ba~213be, 213ca~213ce, 214aa~214ae, 214ba~214be, 214ca~214ce, 311a~311d, 312a~312d, 313a~313d, 314a~314d, 411a~411d, 412a~412d, 413a~413d 電極
91~94, 191~194, 291~294, 391~394, 491~493 変位センサ用穴

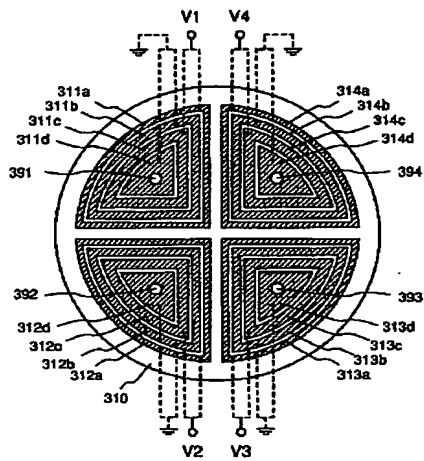
【図2】



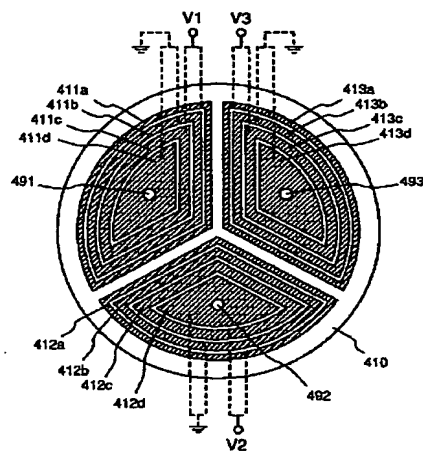
【図4】



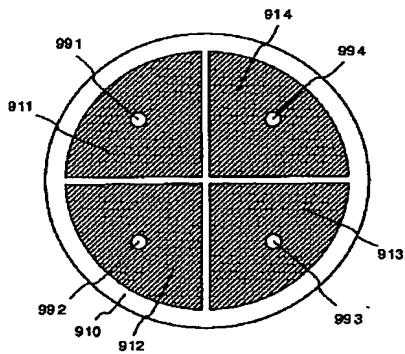
【図5】



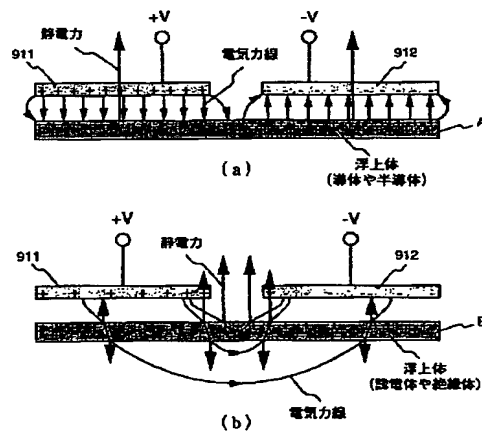
【図6】



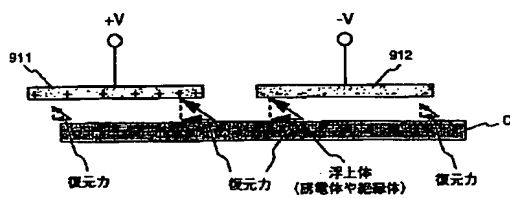
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

